

原煤运输系统智能化关键技术探索

张 哲

(冀中能源股份有限公司邢东矿, 河北 邢台 054000)

摘 要 带式输送机作为煤矿运输中的主要设备, 自身对能量消耗较大, 再加上具有高带速、大运量和长距离等方面的特征, 对电能的消耗要远远高于煤矿生产中所需的用电量。目前, 对带式输送机节能技术研究已经引起了人们的高度关注。基于此, 本文重点探索原煤运输系统智能化关键技术, 煤量检测技术主要是对视频图像进行分析处理后, 进而检测煤流输送线上对应的煤料体积、截面积及宽度等方面的信息, 并获取瞬时煤量信息, 该技术则是智能化调节煤流输送系统速度的主要数据来源; 带式输送机智能控制技术则是通过对运输系统工艺进行控制和改进后, 确保该系统的智能化水平和运行效率得到大幅度提升, 使设备使用寿命达到最高; 而将不同类型的传感器搭载到巡检机器人上, 可有效取代传统人工巡检方式, 以凸显监控预警的智能化水平。

关键词 原煤运输系统 煤量检测技术 智能控制技术 无人巡检技术

中图分类号: TD634

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0016-03

原煤运输系统主要是在井工煤矿和采煤中完成对应的运输任务, 如煤、矸石、人员、材料、设备等, 该系统包含有若干机械设备和电气装置。根据运输对象不同, 将其划分为主运输系统和辅助运输系统, 主运输系统是多条带式输送机搭接煤仓的方式来高效运输煤炭, 目前我国除了少数年产量在几十万吨的老旧矿井选用轨道机车+斜井绞车或立井方式提升的非连续运输工艺外, 大部分矿井都采用带式输送机+斜井或立井提升的连续运输工艺。当前, 对带式输送机节能技术研究已经引起了人们的高度关注, 并逐渐成为现今的热点问题。^[1]

1 煤量检测技术

煤量检测技术就是通过煤流输送系统对速度进行智能化调节的基础。对于带式输送机煤量检测方法来说, 主要包含两种检测方法, 分别是非接触式和接触式检测。前者主要的检测的方式含有超声波、视频和激光仪器检测; 后者检测方法主要有核子称、输送带称检测等。

在选择输送带称进行检测时维护强度较大, 且检测精度同调速要求有一定差距; 核子称检测有一定辐射存在, 在煤矿中推广时存在很大难度。相较于其他方式, 激光仪器检测可在带式输送机上对散煤输送量进行连续、稳定、准确的测量, 这也是对瞬时煤量进行检测时带式输送机实时性和准确性水平较高的主要原因。当前, 部分专家学者针对激光仪器检测方式开展了大量研究, 并得出很多有意义的结论。近些年来,

随着视频图像相关分析技术不断完善, 在煤炭行业中的应用范围进一步扩大, 再加上方便维护、安装简单、检测直观且准确性高, 逐渐成为检测煤量的最直接方式。将视频图像技术应用到煤量检测中, 现已成为煤炭行业发展的重点工作, 检测内容也有一定差异, 其中基于激光扫描、视频识别的双目视觉带式输送机可分别测量煤料体积、宽度和截面积。^[2]

1.1 激光扫描的带式输送机检测瞬时煤量

在带式输送机输送带上方可分别安装数字摄像机和激光发射器, 前者需在垂直方向上安装, 后者根据角度安装即可, 不管是对数字摄像机或激光发射器进行安装, 均要拍摄到照射输送带区域。激光投射到的煤料面和无煤带式输送机输送带上的激光线存在很大差异, 两者之间存在一个形变, 且能将煤料深度信息反映出来, 同时还能计算瞬时煤量。首先是预先处理获取的激光图像信息, 对感兴趣区域进行确定; 将激光线轮廓从感兴趣区域内提取出来, 该过程的顺利实现需要根据 Ohta 颜色空间特性, 之后则是细化与连接处理; 在对煤量大小进行计算的过程中需要使用到离线获取的基线信息。

对煤量信息进行检测时涉及基线获取模块和实时检测模块, 前者提取时需借助于激光线, 在对激光线进行细化与连接之后, 可将带式输送机在空载或满载状态下的基线信息反映出来; 后者则对实时激光线和基线进行对比, 最终折算实时的瞬时煤量信息。

图像预处理包含了获取和去噪处理感兴趣区域,

并以此为基础,借助于Otha颜色空间获取到对应的激光线,之后则是在索引表基础上开展的细化处理;在连接处理细化图像后,需对实时获取到的基线和激光线进行有效融合,这就组成了眼图,对面积计算之后则能得出实时煤量信息。结合散煤激光线轮廓在带式输送机上的提前量,来计算机大致的截面积数据,并计算实时煤量信息。

1.2 双目视觉的带式输送机煤量检测

双目视觉深度感知作为双目视觉带式输送机煤量检测的主要特征,该检测方法是在带式输送机光照条件具有复杂性和煤料内部具有随机和非均匀分布间隙特征提出来的。主要包括三种模块,分别是识别、提取和计算模块。其中:(1)煤料识别模块。为了确保运输煤料图像的对比度得到提升,可借助于多分辨率小波对算法进行变换,并在K-means聚类算法的基础上将输送带等相关背景剔除掉,以实现精准识别煤料的目的。为了提升煤料的对比度,可对图像开展二维离散小波变化,在抑制输送带背景的同时,还能降低噪声。在对煤料进行识别的过程中,主要是在场景图像上选择K-means聚类方法;(2)提取三维信息模块。在含有左右煤料视图的基础上,通过Bouguet算法进行校正,在实现左右煤料图像同行共面的基础上将双目匹配过程中的难度降到最低;(3)根据Census对立体匹配算法变换,通过将中心像素与邻域像素的灰度值进行比较,可最大限度地降低增益偏差和图像亮度产生的影响,同时还能有效保留邻域像素位置信息。选择该算法的过程中包含了多种不同方法,如Census变换、代价聚合、匹配代价、优化视差图。在提取煤料三维信息的过程中,根据事先标定的相机参数和双目视觉三角测量原理,在极短的时间内尽快恢复运输煤料中的三维点方面的云信息,而在对煤料体积进行计算的过程中可结合对信息的深度感知方式,选择 α 和 β 操作方法对边恢复方法进行约束,并在拓扑结构分解约束面灰度方法的基础上,确保煤料边界的完整性。选择T-S模糊推理规则对煤料适宜的填充料率进行计算,并修正煤料体积,不断增强煤料体积测量的精确性水平。

1.3 视频识别的带式输送机煤量检测

在视频识别技术的基础上,通过将摄像头安装到带式输送机上的方式,对视频图像进行采集,而对图像与数据进行分析处理后,可检测带式输送机分布煤料边缘信息,此时就获取到了煤料宽度信息。因输送带具有弧形特征,再加上煤量大小方面的差异,输送

带出现的形变也不尽相同,在煤料堆积轮廓线的基础上可准确计算出瞬间的煤量。在选择这种方法对煤料进行检测时,重点是煤料边缘检测,也就是对无煤与有煤传输带的像素值差异进行分辨。首先是对视频图像信息进行采集,该过程需要高清摄像头的帮助,随后则是预先处理图像信息,也就是做好不同区域的分割工作,同时还要将图像中存在的噪声过滤干净。实际上,图像噪声主要以冲击噪声为主,是带式输送机对瞬时煤料进行添加或减少操作后产生的,为了对有效煤料信号提取,将图像中噪声尽快消除,可对图像选用极值中值滤波。

通常情况下,在图像灰度值变化较为剧烈的区域存在有煤料边缘点,也就是极大或较大的灰度值区域,空间上可将锐化操作应用到图像边缘上,该过程涉及微分算法和梯度算法。通过对时间连续性的多帧图像进行连续处理,同一个像素点在有煤区域内的像素值数值变化较为剧烈,无煤区域则恰好相反。结合该特点,为分辨煤料边界,将多帧图像上的同一个像素点像素值标准差计算出来。在统计学中,某组数据波动变化状况可借助于标准差进行反映,若是计算出的灰度值为250,说明标准差对应数值有剧烈变化,也就是划分有煤和无煤区域的边界。

2 带式输送机智能控制技术

智能控制策略的主要目的是优化控制工艺流程,也就是在运输流程中的有关操作将启动、停止和调速中的智能化应用到每条输送机上。^[3]

2.1 启停自适应控制

对于带式输送机系统来说,在启动过程中主要使用了传统工艺来启动逆煤流,也就是在保证上下游输送机在全部运行的情况下才能给料。因此,对于长度越长的带式输送机来说,涉及的转接输送带数量较多,若是带式输送机上没有对应的物料,会延长空载运行时间,会增加单位产量的能耗,增加能源浪费量。为了对带式输送机上的煤料信息进行监测,并在煤矿上的带式输送机上分别安装检测煤量的装置和速度传感器。控制工艺则是检测带式输送机上的煤量情况的一种方法,该过程能否顺利实现需要依靠煤量检测装置,一旦检测到煤量方面的信息,前级带式输送机将会自动启动运行;若是煤炭已经通过后级带式输送机达到了机器头部,而前级带式输送机却未开始运行,需要将后级带式输送机关停。若是前后级带式输送机在检测后均包含了煤量信息,可在逆煤流方式的基础上全部打开煤量沿线上所有的带式输送机。

2.2 多级协同控制

原煤运输系统沿线的带式输送机主要搭接方式有串联式、煤仓搭接带式输送机、汇集式搭接、带式输送机搭接煤仓。为保证主输煤线路上的煤量达到最大,需对沿线不同带式输送机 and 对应设备进行协同控制。需要引起注意的是,协同控制策略是在约束条件下确保贮运模型的运输量可达到最大,对各带式输送机和设备运量进行求解,以对其约束。带式输送机与煤仓搭接的协同控制策略,主要是在向煤仓运输煤料的过程中,需要严格遵循煤矿安全生产的相关要求,防止带式输送机出现冒仓的情况,在对带式输送机运量进行约束时可结合煤仓物量存储容量,协同控制策略则是符合约束条件后,使上游煤仓携带的带式输送机运输量达到最大。煤仓搭接带式输送机协同控制策略,则是指煤仓将煤料投放到带式输送机时,作为约束煤仓放煤量的限制条件,煤仓下游带式输送机生产中需要考虑到安全性,避免出现空仓,协同控制策略则同约束条件相符时,确保煤仓下游带式输送机运输量达到最大。

2.3 煤量自适应调速

对带式输送机的调速模型进行构建,并结合煤流量数据信息智能化调节带式输送机速度,在减少运行能耗的同时,还能降低设备方面的磨损程度。在产量数据的基础上,采取科学有效的方法优化带式输送机截面煤高度,使其达到最优,还要全面调节带式输送机速度,使节能效果达到最佳,设备使用寿命延长一半。控制工艺的主要方式是分段节能,若是运载的煤量在80%不需要调节速度,若是运载量处于40%可将速度调为节能模式,防止对速度进行频繁调整。

3 煤流输送系统无人巡检技术

在煤流输送系统运行中,会有各种事故,如托辊损坏、断带、纵撕、跑偏、打滑、堆煤、火灾等出现,对工作人员和有关机械设备的安全运行产生的威胁较大。一旦出现安全事故,以环境因素、人为因素和设备故障占据的比重较高,做好有效的监控和预防极其重要。对于传统监控方式来说,主要是以定点监视为主,需通过人工巡检和固定摄像头实现,前者浪费人力的同时,监测效率不高,且恶劣条件下威胁人们的生命财产安全;后者是定点监视范畴,且监视范围有限,可在沿线附近布设一定量的摄像头,在切换、监视和储存图像中涉及强大的任务量,再加上功率消耗大、布线数量多、维护任务困难,使得效率不高的问题较为普遍。机器人的行走驱动方式主要结合轨道复合式

与不用维护的钢丝绳,并将不同种类有害气体传感器、高清摄像装置与热成像仪进行有效结合,在不同煤流输送系统中均能快速完成巡检任务,基本替代了传统方式的人工巡检,监控预警的智能化特点较为突出。巡检机器人的主要功能如下:

3.1 托辊监测

针对托辊停止转动的问题,在图像识别处理技术的基础上可实现智能识别;同时还能利用热成像仪对托辊温度进行实时监测,一旦发现正常工作温度高于平常温度,可将其认定为损坏,可对损坏部位及时定位,并上报给主控台。

3.2 输送带跑偏监测

将卷积神经网络与图像优异特征学习能力,在智能化技术的帮助下对图像输送带跑偏的情况进行监测识别。

3.3 有害气体监测预警

机器人搭载有多种类型传感器,如粉尘、CO、CH₄等,通过对有害气体浓度和环境温度进行实时监测,可构建阈值报警功能。

3.4 人员监测

选择现代化方式智能识别人员走动信息,定位完成后可第一时间上报给主控制台,防止因工作人员误入危险区域出现安全事故。

3.5 异物监测

在图像识别技术的基础上监测预警带式输送机运料中可能出现的大块矸石和掉落的锚杆。

4 结论

综上所述,随着科学技术的现代化水平不断增强,智能化技术在煤矿中也得到了广泛应用。运输系统是煤矿生产中的重要一环,有必要实现运输的智能化。通过探索智能化关键技术在原煤运输系统中的应用,可有效提升运输的安全和稳定性、提升运输效率、降低运输成本,可在日后加强推广应用。

参考文献:

- [1] 李鑫,李仲学,李翠平.基于Agent技术的井下运输仿真模型研究[J].金属矿山,2011,40(12):113-116.
- [2] 高强,高小强,任文清,等.主煤流运输无人化智能视频监控系统的[J].工矿自动化,2021,47(S2):60-61,102.
- [3] 袁晓明,郝明锐.煤矿无轨辅助运输无人驾驶关键技术与发展趋势研究[J].智能矿山,2020,01(01):89-97.